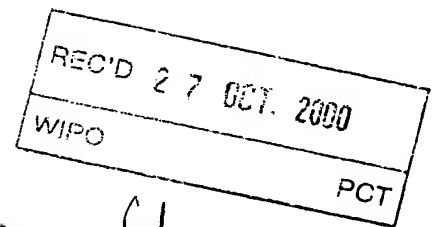


BUNDESRÉPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EP 00/08828

4

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 199 46 998.9

Anmeldetag: 30. September 1999

Anmelder/Inhaber: Ingenieurgemeinschaft WSP Prof. Dr.-Ing.
C. Kramer, Prof. H. J. Gerhardt, M.Sc.,
Aachen/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zur Abkühlung eines metallischen
Pressbolzens oder Stangenabschnitts

IPC: B 21 C 29/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. September 2000
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Dzierzon

Anwaltsakte: 44 809

Ingenieurgemeinschaft WSP
Prof. Dr.-Ing. C. Kramer
Prof. Dr.-Ing. H. J. Gerhardt, M.Sc.
Welkenrather Straße 120
52074 Aachen

Vorrichtung zur Abkühlung eines metallischen Pressbolzens oder Stangenabschnitts

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Abkühlung eines metallischen Pressbolzens oder Stangenabschnitts mit Wasser.

Aus zahlreichen Veröffentlichungen ist bekannt, dass sich durch Erwärmen eines Pressbolzens aus AlMgSi-Legierungen auf Lösungstemperatur der MgSi-Phasen mit anschließender Abkühlung auf die um ca. 80 bis 100 K niedrigere Presstemperatur sowohl die Pressgeschwindigkeit erhöhen als auch die Qualität der Materialeigenschaften des Pressstranges verbessern lässt (z. B. Oddvin Reiso et al. "The Effect of Cooling Rate After Homogenization and Billet Preheating Practice on Extrudability and Section Properties, Part 1: Extrudability and Mechanical Properties").

Zusätzlich kann die Kühlung noch dazu benutzt werden, um im Bolzen ein über die Bolzenlänge entgegen der Pressrichtung abfallendes Temperaturprofil zu erzeugen, einen sogenannten Temperaturtaper, der ein isothermes Pressen ermöglicht. Auch diese Technologie des isothermen Pressens gehört seit langem zum Stand der Technik, s. z.B. US-A-5,027,634.

Für die Durchführung des Abkühlvorganges sind eine Reihe von Kühleinrichtungen bekannt. US-A-5,027,634 beschreibt eine Kühleinrichtung, die aus zumindest einem Kühlring besteht, durch welchen der Bolzen während des Kühlvorganges mittels einer

Stoßeinrichtung geschoben wird. Durch die Veränderung der Stoßgeschwindigkeit lässt sich die mit der Kühleinrichtung bewirkte Abkühlung über der Bolzenlänge beeinflussen. Der Kühlring selbst weist zahlreiche Bohrungen mit relativ geringem Durchmesser auf, durch welche das als Kühlfluid benutzte Wasser auf den Bolzen gespritzt wird. Zur Durchfahrt der Stoßeinrichtung ist der Kühlring oben offen. Nachteilig sind bei dieser Vorrichtung außer der komplizierten Steuerung der Bolzenbewegung und der aufwendigen Transportmechanik insbesondere die kleinen Kühldüsen, die leicht zum Verstopfen neigen, und die ungleiche Kühlwirkung über dem Umfang, die durch die Öffnung oben im Kühlring zur Durchfahrt der Stoßeinrichtung bedingt ist, weil in diesem Bereich Kühldüsen fehlen.

Durch die Vorrichtung nach US-A-5,425,386 wird versucht, den Nachteil der kleinen Bohrungen im Kühlring durch eine Kreisringschlitz als Düsenöffnung zu vermeiden. Die komplizierte Transportmechanik und die aufwendige Steuerung der Bolzenbewegung sind aber nach wie vor erforderlich. Außerdem wird der Kreisring als Düsenöffnung aus einer Vorkammer mit dem Kühlfluid versorgt, so dass um den Umfang des ganzen Düsenschlitzes der gleiche Druck zu Verfügung steht. Es gibt daher keine Möglichkeit, die Kühlung den Erfordernissen der Orientierung der Bolzenoberfläche anzupassen. Während des gesamten Kühlvorganges befindet sich die Bolzenoberflächentemperatur weit oberhalb der Leidenfrost-Temperatur, so dass der Kühlvorgang durch den Dampffilm unmittelbar an der Oberfläche des Bolzens bestimmt wird. Bei horizontaler Lage des Bolzens ist dieser Dampffilm auf der Unterseite, auf der Oberseite und an den beiden Seiten des Bolzens, wo die Tangente an die Oberfläche vertikal verläuft, unterschiedlich. Folglich sollte auch die Kühlung dieser unterschiedlichen Situation angepasst werden können.

Mit der Vorrichtung nach der US-A-5,325,694 wird versucht, durch Aufbau eines Regelkreises, der die durch die Kühlung bewirkte Temperaturabsenkung des Bolzens mit der Bolzenvorschubgeschwindigkeit verknüpft, die Handhabung der Vorrichtung zu vereinfachen und die Steuerung zu automatisieren. Dabei wird aber die Vorrichtung durch die zusätzlich erforderlichen Sensoren nicht nur aufwendiger, sondern auch störanfälliger.

US-A-5,337,768 beschreibt eine weitere Ausführungsform der Regelung einer solchen Vorrichtung, welche aber die gleichen prinzipiellen Nachteile wie die Vorrichtung nach der vorgenannten US-A-5, 325,694 aufweist.

Es besteht daher die Aufgabe, eine Kühlvorrichtung zu schaffen, welche die beschriebenen Nachteile vermeidet.

Dies wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 erreicht.

Zweckmäßige Ausführungsformen werden durch die Unteransprüche definiert. Der Bolzen - oder bei Verwendung einer Warmschere der Stangenabschnitt - befindet sich bei der Abkühlung mit Wasser also während des Kühlvorganges in fester Position in der Kühlvorrichtung, die aus ringförmigen Anordnungen von Einzeldüsen besteht, deren Achsen radial zur horizontalen Bolzenachse gerichtet sind und die einzeln oder in Gruppen mit unterschiedlichen Drücken und/oder unterschiedlichen Einschaltzeiten betrieben werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines vorteilhaften Ausführungsbeispiels beschrieben. Die Figuren dienen der Veranschaulichung. Es zeigen

Figur 1 eine Abkühlvorrichtung in einem schematisch dargestellten, vereinfachten Querschnitt,

Figur 2 eine schematisch vereinfachte Längsansicht der Vorrichtung, bei welcher das Gehäuse im Schnitt dargestellt ist, und

Figur 3 ein Diagramm mit typischen Abkühlkurven für die in Skizzen bezeichneten Messpunkte im abzukühlenden Bolzen.

Ein Bolzen 1 ist von Gruppen von Einzeldüsen 2 umgeben, die mit einem dem Spritzbild der Düsen angepassten Teilung 20 in Längsrichtung des Bolzens 1 um diesen ringförmig angeordnet sind. Die Düsen 2 einer Düsengruppe sind dabei durch ein ringförmiges Versorgungsrohr 3 miteinander verbunden, das wiederum von einem Versorgungsrohr einer Düsengruppe mit dem Kühlfluid versorgt wird. Als Kühlfluid wird Wasser verwendet, das bei Bedarf noch besonders aufbereitet, z. B. demineralisiert, wird. Ein zentrales Versorgungsrohr 10, in welches eine nicht dargestellte Pumpe fördert, speist das Versorgungsrohr 7 der Düsengruppe und weist ein elektrisch betätigtes Absperrorgan 8 und ein Druckregulierungsventil 9 auf, das entweder elektrisch oder manuell verstellt werden kann.

Unterhalb des Bolzens befindet sich ein Wasserbecken 6, aus welchem die nicht dargestellte Pumpe über die Ansaugleitung 21 das Kühlfluid in die zentrale Versorgungs-

leitung 10 zurückfördert. In diesen Kreislauf werden, entsprechend dem allgemeinen Stand der Technik, noch eine Filtereinheit sowie ein Rückkühler zur Abfuhr der vom Kühlfluid dem Bolzen entzogenen Wärme eingebaut.

Der Bolzen 1 wird von einer Klemmhalterung auf beiden Stirnseiten gehalten, die - ähnlich wie eine Schraubzwinge - aus einem festen Teil 4a und einem beweglichen Teil 4b besteht, wobei der bewegliche Teil 4b mittels Zylindern 12 zum festen Teil 4a hingezogen wird. Es können sowohl Pneumatikzylinder als auch Hydraulikzylinder eingesetzt werden. Zusätzlich ist die Klemmhalterung so ausgeführt, dass Nasen 4c, die den Bolzen 1 untergreifen, ein Herabfallen des Bolzens verhindern.

Zur Führung des beweglichen Teils der Klemmhalterung 4b dient eine Linearführung 11, die mit Führungsschienen 14 festverbunden ist, die in Führungsrollen 13 in Bolzenlängsrichtung verschieblich sind. Diese Verschiebung bewirkt das Ein- und Ausfahren des in einer Be- und Entladeposition 18 (siehe Figur 2) mit der Klemmhalterung aufgenommenen Bolzens. Die Verschiebung kann wie auch die Klemmung mittels Zylindern pneumatisch oder hydraulisch oder mit einem anderen Linearantrieb, z. B. mittels Kettentrieb oder Zahnstange, erfolgen.

In die Be- und Entladeposition 18 gelangt der Bolzen mit einer Querverfahreinrichtung 19, welche den Bolzen in die geöffnete Klemmhalterung einbringt. Mit der Klemmhalterung ist es möglich, Bolzen unterschiedlicher Länge zu klemmen. Dabei liegt eine bestimmte, definierte Seite, z.B. die Werkzeugseite, des Bolzens immer an dem festen Teil 4a der Klemmhalterung an, so dass eine klare Zuordnung zwischen Temperaturprofil und Bolzen gegeben ist.

In Figur 2 ist die Möglichkeit des Klemmens von Bolzen 1 unterschiedlicher Länge durch die gestrichelt dargestellte Position 4b₂ der beweglichen Klemmhalterung angedeutet.

Der Spritzbereich der Vorrichtung ist von einem Gehäuse 16 umschlossen, das einfach entfernt werden kann. Das Gehäuse 16 hat auf der Be- und Entladeseite eine Hubtür 17. Es ist vorteilhaft, in dem Gehäuse 16, z. B. mit einem entsprechend dimensionierten Ventilator, einen Unterdruck zu erzeugen, indem Abluft aus dem Gehäuse 16 nach außen, z. B. über Dach geleitet wird. Dadurch wird zuverlässig verhindert, dass Feuchtigkeit und Dampf in den Aufstellungsraum der Kühleinrichtung und damit in den Arbeitsbereich der Presse gelangen. Die gesamte Vorrichtung wird von einem Profilstahlgestell 5 getragen, das auf dem ebenen Hüttenboden aufgesetzt werden kann.

Die Winkelteilung 22 der Einzeldüsen 2 richtet sich nach deren Spritzbild. Im allgemeinen ist ein Teilungswinkel von 45° ausreichend, d.h. es sind acht Düsen 2 vorgesehen. Dieser Teilungswinkel gestattet die problemlose Anordnung der Linearführung 11 ohne Beeinträchtigung des Spritzbildes der Düsen 2 auf der Bolzenoberfläche.

Mit Hilfe der elektrisch betätigten Absperrorgane 8 können die Düsengruppen individuell aktiviert werden. Das zugehörige Regulierventil 9 erlaubt die individuelle Einstellung des für jede Düsengruppe gewünschten Düsendruckes. Die Einstellung der Regulierventile 9 und die Betätigung der Absperrorgane 8 erfolgen zweckmäßigerweise mittels einer Prozesssteuerung. Für einen Abkühlvorgang, bei welchem der Bolzen sowohl insgesamt abgekühlt wird als auch einen "Temperaturtaper" erhalten soll, werden zunächst alle Düsengruppen zugleich eingeschaltet. Nach einem für die Gesamtabkühlung ausreichenden Zeitintervall werden die Düsengruppen, an der Werkzeugseite des Bolzens beginnend, nacheinander abgeschaltet, so dass die Gesamtkühldauer vom Bolzenanfang (Werkzeugseite) zum Bolzenende (Pressstempelseite) zunimmt. Je größer die Zeitdifferenz zwischen Abschalten der Düsengruppe am Bolzenanfang und am Bolzenende ist, umso größer ist die Temperaturdifferenz über der Bolzenlänge und umso ausgeprägter der "Temperaturtaper".

Die für den Bolzen 1 verwendete Klemmhalterung garantiert eine gleichmäßige, nicht durch irgendwelche Auflagerungen beeinträchtigte Beaufschlagung der Bolzenoberfläche mit dem Kühlfluid. Die Klemmhalterung schirmt zudem die Stirnflächen des Bolzens ab, so dass der Wärmefluss im Bolzen 1 auch an den Enden nahezu radial erfolgt und die durch die Abkühlung bewirkte Temperaturverteilung nicht störend durch Endeffekte an den Stirnseiten beeinflusst wird. Die gleichmäßige Beaufschlagung mit dem Kühlfluid, hier Wasser, garantiert im interessierenden Bereich der Bolzenoberflächentemperaturen eine gleichmäßige Abkühlung, da oberhalb der Leidenfrosttemperatur im Bereich der stabilen Filmverdampfung der Wärmeübergang an einer planen Fläche im wesentlichen nur von der Wasserbeaufschlagungsdichte abhängt. Der Einfluss der unterschiedlichen Orientierung der zylindrischen Bolzenoberfläche auf die Kühlwirkung - horizontal bei Kühlung von oben an der Bolzenoberseite, vertikal an den beiden Seiten und horizontal bei Kühlung von unten an der Bolzenunterseite - kann bei der erfindungsgemäßen Verwendung von Einzeldüsen durch entsprechend ausgewählte Spritzdüsen unterschiedlicher Größe, vorzugsweise des gleichen Typs, ausgeglichen werden.

Figur 3 zeigt typische Abkühlkurven für verschiedene Messstellen in einem Bolzen 1. Die Lage der Messstellen ist in der Skizze in der Figur 3 verdeutlicht. Man erkennt, dass sich nach einer Kühlzeit von ca. 18 s und einer sich an die Kühlzeit anschließenden Ausgleichszeit von ca. 60 s der gewünschte "Temperaturtaper" von ca. 10 K/100 mm Bolzenlänge einstellt und die Temperatur auch über den Bolzenquerschnitt bis auf max. ca. 20 K ausgeglichen ist. Dieser Temperatúrausgleich setzt sich während der bis zum Pressbeginn verstreichenden und für die Bewegung und Positionierung des Bolzens erforderlichen Zeitspanne von ca. 25 s weiter fort, so dass während des Pressvorganges sowohl die gewünschte Abkühlung als auch der gewünschte "Temperaturtaper" mit guter, reproduzierbarer Genauigkeit vorliegen. Da die mit der erfindungsgemäßen Abkühlvorrichtung bewirkte Abkühlung des zunächst auf Homogenisierungstemperatur erwärmten Bolzen insbesondere der Steigerung der Pressgeschwindigkeit und damit der Produktion dient, lassen sich kurze Bolzenfolgezeiten von 60 s und weniger erreichen. Für solch kurze Bolzenfolgezeiten ist es daher sinnvoll, mindestens zwei der beschriebenen erfindungsgemäßen Kühleinrichtungen parallel zu betreiben, so dass trotz der kurzen Bolzenfolgezeit noch eine ausreichende Zeitspanne für den gewünschten Temperatúrausgleich über dem Bolzenquerschnitt zur Verfügung steht.

Die erfindungsgemäße Abkühlung in fester Position bei unterschiedlicher Kühlzeit über die Bolzenlänge nutzt dabei die bekannte physikalische Eigenschaft von Temperatúrausgleichsvorgängen, die mit zunehmender Distanz zwischen Punkten gleicher Temperaturdifferenz mit dem Quadrat langsamer ablaufen, also in radialer Richtung wesentlich rascher erfolgen als in Achsrichtung.

Vorrichtung zur Abkühlung eines metallischen Pressbolzens oder Stangenabschnitts

1. Vorrichtung zur Abkühlung eines metallischen Pressbolzens oder bei Verwendung einer Warmschere eines Stangenabschnitts, vorzugsweise aus einer Leichtmetall-Legierung, mit Wasser vor dem Pressvorgang sowohl insgesamt als auch zur Erzielung einer Temperaturverteilung längs der Bolzenachse, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich der Pressbolzen (1) während des Kühlvorganges in einer festen Position in einer Kühlvorrichtung befindet, die ringförmige Anordnungen von Einzeldüsen (2) aufweist, deren Achsen radial zur horizontalen Bolzenachse gerichtet sind und die einzeln oder in Gruppen mit unterschiedlichen Drücken und/oder unterschiedlichen Einschaltzeiten betrieben werden können.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Düsengruppe jeweils durch die Düsen (2) einer ringförmigen Düsenanordnung gebildet wird.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Düsen (2) je nach Orientierung zur Mantelfläche des Bolzens (1) unterschiedlich sind bzw. unterschiedliche Größe aufweisen.
4. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bolzen (1) während des Kühlvorganges von einer an den Bolzenstirnflächen angreifenden Klemmhalterung (4a, 4b) gehalten wird.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Klemmhalterung (4a, 4b) auf verschiedene Bolzenlängen eingestellt werden kann.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Klemmhalterung (4a, 4b) an der Bolzenunterseite Nasen (4c) zur zusätzlichen Sicherung des Bolzens (1) durch Formschluss aufweist.

7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bolzen (1) von der Klemmhalterung (4a, 4b) in einer Be- und Entladeposition (18) vor der Kühleinrichtung aufgenommen und abgelegt wird.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kühlzeit für die einzelnen Düsendgruppen unterschiedlich ist.
9. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich an die Kühlzeit eine Zeitspanne zum Temperatenausgleich anschließt.
10. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei kurzen Bolzenfolgezeiten mindestens zwei Vorrichtungen parallel betrieben werden.
11. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Kühlfluid Wasser, insbesondere demineralisiertes Wasser, verwendet wird.

Vorrichtung zur Abkühlung eines metallischen Pressbolzens oder Stangenabschnitts

Zusammenfassung

Eine Vorrichtung sowohl für die gesamthafte Abkühlung eines zuvor auf Homogenisierungstemperatur gebrachten Bolzens auf Presstemperatur als auch für die Abkühlung zur Erzeugung eines Temperaturprofils über der Bolzenlänge weist ringförmig um die horizontale Bolzenachse angeordnete Einzeldüsen auf, deren Achsen radial zum Bolzen gerichtet sind. Die Einzeldüsen sind in Düsengruppen zusammengefasst, die mit unterschiedlichem Druck und/oder unterschiedlicher Einschaltdauer betrieben werden. Der Bolzen befindet sich während des Abkühlvorgangs in fester Position. Vorteilhaft ist eine Klemmhalterung, die an den Stirnflächen des Bolzens angreift.

12.10.00

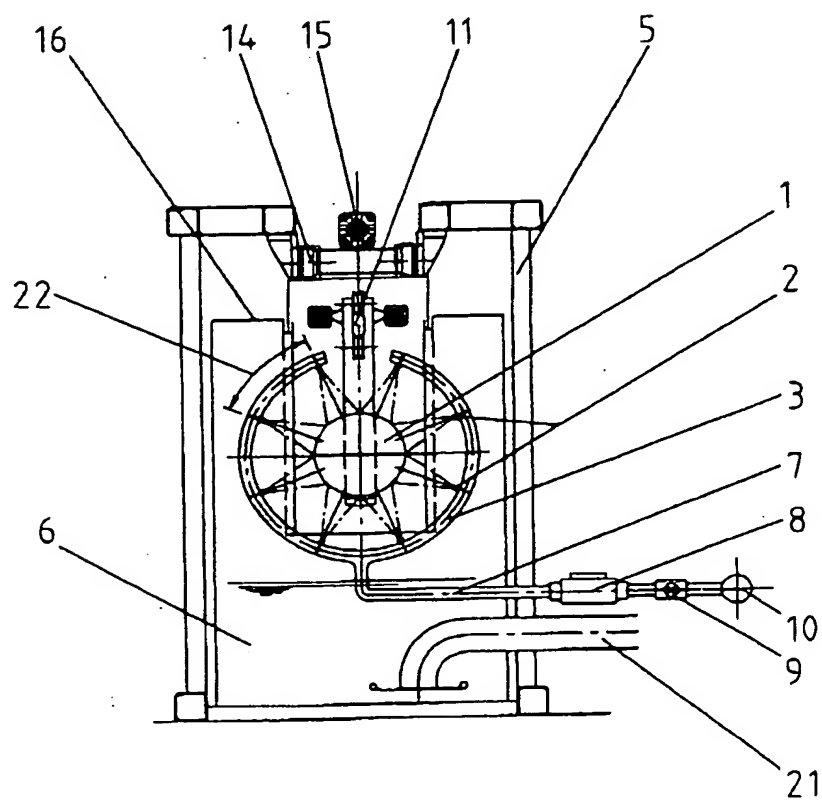


Fig.1

Fig. 2

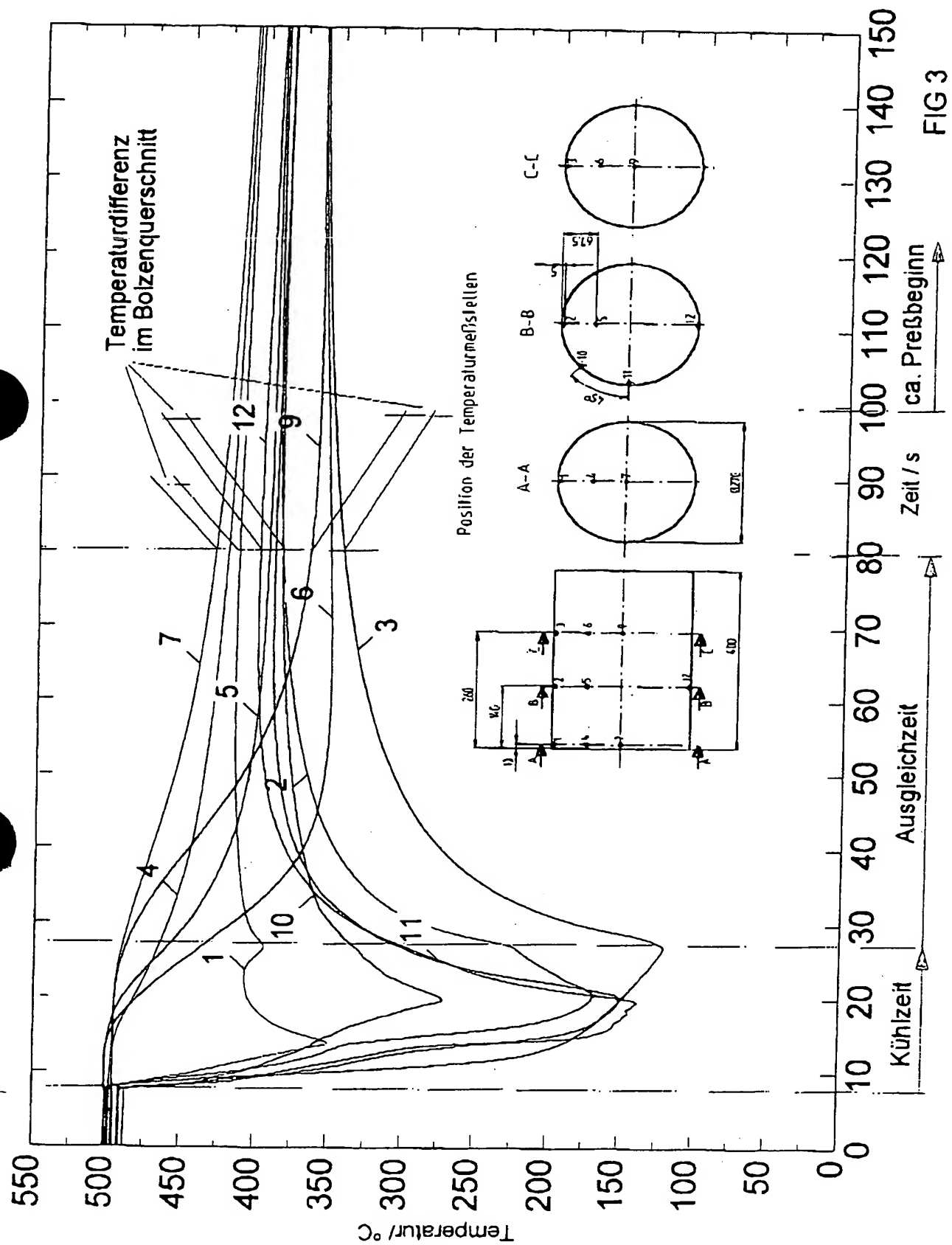


FIG 3

